

Homocinetic joint used in cars transmission has eight rollers mobile along the path formed by curved exterior and interior grooves of exterior/interior elements

Patent number: FR2809146

Publication date: 2001-11-23

Inventor: TORU NAKAGAWA; KAZUHIKO HOZUMI; MASAZUMI KOBAYASHI

Applicant: NTN TOYO BEARING CO LTD (JP)

Classification:

- international: F16D3/223

- european: F16D3/223

Application number: FR20010006577 20010518

Priority number(s): JP20000148403 20000519; JP20000183172 20000619;
JP20000193117 20000627

Also published as:



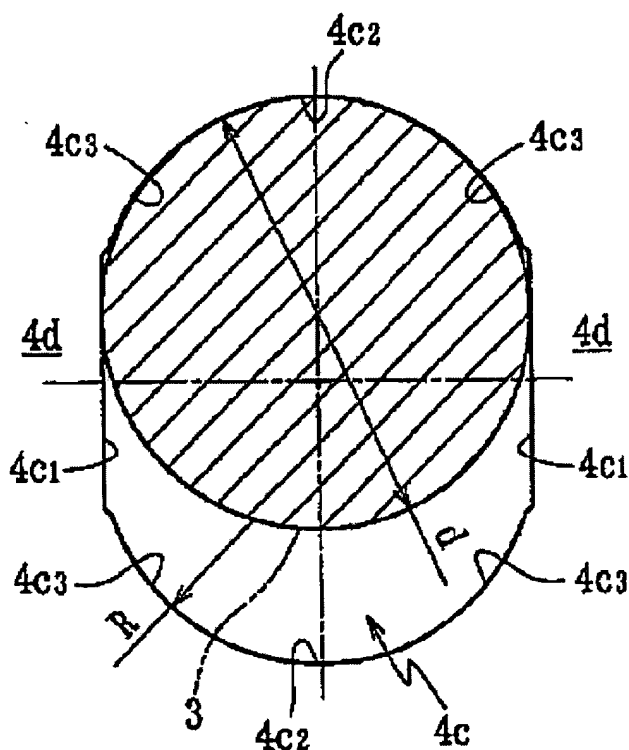
US6506122 (B2)



US2002022528 (A1)

Abstract of FR2809146

Sealing joint has an exterior element (1) with eight curved grooves (1b) and an interior element (2) similarly with eight curved grooves (2b). Eight rollers (3) are mobile along the path formed by exterior and interior grooves. Cage (4) is housing the rollers. The center of the grooves is not in line with the spherical center of exterior and interior element. There is a tolerance of about -30 to +10 μ m between the cage's walls and the rollers.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :

2 809 146

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

01 06577

⑤① Int Cl⁷ : F 16 D 3/223

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 18.05.01.

③⑦ Priorité : 19.05.00 JP 00148403; 19.06.00 JP
00183172; 27.06.00 JP 00193117.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.11.01 Bulletin 01/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : NTN CORPORATION — JP.

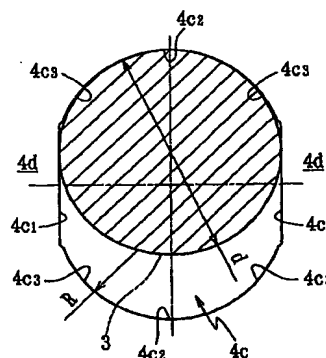
⑦② Inventeur(s) : TORU NAKAGAWA, KAZUHICO
HOZUMI et MASAZUMI KOBAYASHI.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤④ JOINT HOMOCINETIQUE.

⑤⑦ Joint homocinétique ayant un élément extérieur et un
élément intérieur et une cage avec des poches. Chaque po-
che est formée d'une paire de surfaces de parois axiales op-
posées l'une à l'autre dirigées suivant la ligne axiale de la
cage et une paire de surfaces de parois périphériques op-
posées l'une à l'autre suivant la direction périphérique de la
cage ainsi que des rayons reliant la surface de parois axia-
les et la surface de paroi périphérique. Le rapport (R/ d) du
rayon de courbure R des rayons au diamètre (d) des billes
est compris entre 0,45 et 0,62. Les surfaces de parois pé-
riphériques et les rayons sont en forme d'arcs de rayon de
courbure R. La variété de la marge de traitement pour les
surfaces de parois axiales est moindre par application du
meulage, découpe de l'acier traité ou analogue après le tra-
itement thermique appliqué à la cage.



FR 2 809 146 - A1



Arrière plan technologique

La présente invention concerne un joint homocinétique permettant de transmettre un couple de rotation à vitesse constante quel que soit l'angle entre l'arbre moteur et l'arbre entraîné. Les joints homocinétiques sont schématiquement classés en joints homocinétiques fixes permettant seulement un déplacement angulaire entre les deux arbres et les joints homocinétiques plongeurs permettant un déplacement angulaire et un déplacement axial entre les deux arbres ; la présente invention concerne les joints homocinétiques de type fixe. Le joint homocinétique selon l'invention est destiné à équiper l'arbre de transmission d'un véhicule automobile.

La structure de connexion de l'arbre de transmission d'un véhicule automobile dépend du système de suspension du véhicule. Par exemple dans le cas d'un véhicule à suspension indépendante, le différentiel équipe le châssis et les deux extrémités de l'arbre de transmission sont reliées au différentiel et à l'axe par des joints homocinétiques. Pour permettre à l'arbre de transmission de suivre les déplacements de suspension, il est installé de façon que les déplacements angulaires soient autorisés au niveau de la connexion entre l'arbre et les roues ; le déplacement angulaire et le déplacement axial de l'arbre de transmission est autorisé du côté de la connexion du différentiel.

Comme joint universel évoqué ci-dessus, le joint homocinétique est le plus utilisé ; le joint homocinétique fixe, par exemple un joint de type Zepper qui permet seulement un décalage angulaire entre les deux axes est utilisé en combinaison du côté de roues et le type à plongeur tel que le type à double décalage ou à tripode ou à rainures transversales permettant les mouvements axiaux et angulaires entre les deux axes est utilisé dans la liaison du côté du différentiel.

Les figures 10(a), 10(b) montrent un joint homocinétique de type fixe (joint homocinétique de type RZEPPA : joint à billes fixes), utilisé comme liaison pour un arbre de transmission de véhicule automobile. Ce joint homocinétique comprend un élément extérieur 11 avec une surface intérieure sphérique 11a munie de six rainures de guidage 11b courbes, un élément intérieur 12 avec une surface extérieure sphérique 12a comportant six rainures de guidage courbes 12b et une surface intérieure munie d'une partie de liaison 12c avec un profil denté (dents ou cannelures) ainsi que six billes de transmission de couple 13 logées dans les six chemins à billes formés par les gorges de guidage 11b de l'élément exté-

rieur 11 et les gorges de guidage 12b de l'élément intérieur 12 correspondantes ainsi qu'une cage 14 avec des poches 14c en forme de fenêtres pour retenir les billes de transmission de couple 13.

Le centre A et le centre B des rainures de guidage 11b et 12b de l'élément extérieur 11 et de l'élément intérieur 12 sont décalés axialement par rapport au centre des surfaces sphériques formées par la surface intérieure 11a et la surface extérieure 12a respectives, d'une distance égale et en direction opposée (dans le cas de l'exemple présenté dans le même dessin, le centre A est décalé vers le côté ouvert du joint et centre B est décalé vers l'intérieur du joint). Il en résulte que chemin à billes formé entre la rainure de guidage 11b et la rainure de guidage 12b qui lui correspond s'élargit en forme de coin dans le sens de la direction axiale ; dans le cas de l'exemple présenté, cet élargissement se fait en direction du côté ouvert du joint. Les centres des surfaces extérieure et intérieure 11a, 12a des éléments extérieur et intérieur 11, 12 du joint se trouvent dans le plan central O passant par les centres des billes transmission de couple 13.

Lorsque l'élément extérieur et l'élément intérieur 11, 12 font entre eux un angle de déplacement θ , les billes de transmission de couple 13 guidées par la cage 14 sont maintenues dans le plan bissecteur $\theta/2$ qui coupe en deux l'angle θ ; (cet angle θ est un angle quelconque) ; cela assure ainsi l'uniformité de la vitesse (synchronisme) du joint.

Dans un joint homocinétique à billes fixes du type décrit ci-dessus, il est important de définir le jeu axial entre les poches de la cage et les billes de transmission du couple. En d'autres termes, si l'interférence (jeu négatif) entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple est trop grande, les efforts appliqués aux billes gênent leur mouvement de roulement en douceur. Cela se traduit par le patinage au niveau de la partie de contact entre les billes de transmission de couple et les chemins à billes pendant le mouvement de roulement des billes de transmission de couple ; ce glissement dégage de la chaleur faisant monter la température à l'intérieur du joint ce qui est l'une des raisons de la réduction de leur durée d'utilisation. Au contraire, si le jeu (jeu positif) entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple est trop grand, cela se traduit par un martellement entre les poches et les billes de transmission de couple et les vibrations du joint augmentent ce qui est gênant du point de vue fonctionnel pour le joint. Ainsi les surfaces des parois axiales des poches s'usent par leur contact physique avec les

billes de transmission de couple. Ainsi le jeu positif qui a été approprié au début de l'utilisation peut augmenter trop fortement pendant le fonctionnement. De plus les dimensions de chaque composant ont des différences dimensionnelles inévitables liées aux tolérances de fabrication. Ainsi tenant compte de ce qui précède pour un joint homocinétique classique (joint homocinétique à six billes fixes) le jeu axial initial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple est fixé dans une plage comprise entre -50 et -10 μm .

Les figures 11(a) et 11(b) sont des vues de la cage 14 d'un joint homocinétique du type examiné ci-dessus. La cage 14 comporte six poches en forme de fenêtres 14c réparties de façon équidistante dans la direction périphérique pour recevoir les billes de transmission de couple 13. Les deux côtés périphériques de chaque poche 14c forment des parties de colonne 14d. De manière classique, les poches 14c de la cage 14 sont réalisées à la presse à poinçonner et leur finition est obtenue par rasage (brochage) sur une paire de surfaces de parois axiales 14c1 (voir figure 11(b)), opposées l'une à l'autre suivant la ligne d'axe. Dans ces conditions, le jeu axial initial entre les poches 14c et les billes de transmission de couple 13 est fixé dans une plage comprise entre -50 et -10 μm par application du traitement aux surfaces des parois axiales 14c1. Cependant, si la marge de traitement des surfaces de parois axiales 14c1 présente des différences, la position centrale des poches 14c varie pour chaque poche 14c alignée de manière périphérique ce qui signifie qu'il y aura un état d'empilage des poches qui réduit la résistance et la fiabilité de la cage 14. Pour éviter une telle accumulation de poches, on donne un faible rayon de courbure R à chacun des rayons 14c3 (coins arrondis) des poches 14c pour fixer la partie linéaire 14c4 pour pouvoir régler la dimension δ entre les surfaces de parois axiales 14c1 et les parties linéaires 14c4. Comme le rayon de courbure R des rayons 14c3 est diminué, l'espace des poches est augmenté de manière comparable et occupe une partie inutile du point de vue fonctionnel.

Le présent demandeur a déjà proposé un joint homocinétique à billes fixes ayant huit chemins à billes et huit billes de transmission de couple placées dans les chemins pour arriver à un joint homocinétique plus compact tout en bénéficiant au moins de la même solidité, de la même capacité de charge et de la même fiabilité que les joints homocinétiques classiques (à six billes fixes) représentés aux figures 10(a), 10(b) (WO97/24538, US 6 120 382). Le joint homocinétique selon la présente

invention présente une structure de base différente de celle du joint homocinétique décrit ci-dessus (joint homocinétique à six billes fixes) et on suppose qu'une valeur unique et optimale de la structure est fixée comme jeu axial initial. De même dans ce joint homocinétique, la dimension extérieure de l'élément extérieur du joint est réduite par rapport à celle d'un joint homocinétique classique (joint homocinétique à six billes fixes) et il en est de même de la section transversale des parties périphériques des poches de la cage. Si la structure classique des poches de la cage est adaptée directement, l'espace des poches devient trop grand du point de vue fonctionnel ce qui augmente les efforts exercés sur les parties formant les colonnes de la cage et réduit les zones de surfaces intérieure et extérieure. En conséquence, il peut arriver des cas dans lesquels la résistance et la fiabilité de la cage ne sont pas garanties de manière satisfaisante.

Résumé de l'invention

La présente invention a pour but d'améliorer la fiabilité d'un joint homocinétique à huit chemins à billes et huit billes de transmission de couple placées dans les chemins, en réglant un jeu initial axial optimum entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple en tenant compte du fonctionnement du joint.

L'invention a également pour but d'améliorer la résistance et la fiabilité de la cage et ainsi la résistance et la fiabilité du joint homocinétique, en optimisant la structure des poches sans réduire le fonctionnement de la cage, qui soit plus léger, plus compact et plus économique en tenant compte de la résistance de la capacité de charge, de la fiabilité et de la capacité angulaire importante du joint.

A cet effet l'invention concerne un joint homocinétique
Joint homocinétique, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- le centre respectif des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint est décalé axialement par rapport au centre

sphérique respectif de la surface intérieure et de la surface extérieure, d'une distance égale (F) dans des directions opposées,

- le jeu axial initial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple étant compris dans une plage de -30 à +10 μm .

5 Le joint homocinétique selon l'invention comporte huit billes de transmission de couple ; par comparaison à un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) le rapport de la charge supporté par une
10 bille de transmission de couple à la capacité de charge totale du joint est faible. Pour cette raison les contraintes de contact entre les surfaces de la paroi de la poche de la cage et les billes de transmission de couple, lors-
que le joint homocinétique transmet le couple suivant un angle de travail sont moindres qu'avec le joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) et il en est de même de l'usure des surfaces des parois des poches de la cage. Comme l'usure de ces surfaces des parois de poches est diminuée,
15 on peut décaler le jeu axial initial comparativement vers le côté positif par rapport à un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) sans risquer de difficultés par suite d'un jeu qui deviendrait trop grand dans la partie positive, tout en conservant les caractéristiques de fonctionnement du joint. D'autre part, en décalant la valeur du jeu axial initial vers le côté
20 positif, on diminue les efforts exercés par les billes de transmission de couple sur les poches de la cage et on garantit un roulement en douceur des billes. Il en résulte un moindre dégagement de chaleur dans la partie de contact entre les billes de transmission de couple et leurs chemins et une réduction consécutive de la température à l'intérieur du joint ce qui
25 en améliore la fiabilité.

Les résultats d'un grand nombre d'essais ont confirmé qu'en fixant le jeu axial initial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple dans une plage comprise entre -30 et +10 μm et de
30 préférence dans une plage comprise entre -10 et +10 μm , il est possible d'éviter que le jeu axial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple n'augmente trop ou ne soit trop faible ; on améliore ainsi la fiabilité tout en maintenant le fonctionnement du joint homocinétique.

35 Selon une autre caractéristique, l'invention concerne un joint homocinétique comportant un élément extérieur ayant huit gorges courbes de guidage s'étendant axialement et formées dans une surface intérieure sphérique de l'élément extérieur, un élément intérieur avec huit gorges de guidage courbes s'étendant axialement, ces gorges étant réali-

sées sur la surface sphérique extérieure, huit billes de transmission de couple placées dans les huit chemins à billes formés entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et celles de l'élément intérieur du joint, une cage avec des poches pour retenir les billes de transmission de couple, les centres respectifs des gorges de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint étant décalés axialement par rapport aux centres des surfaces sphériques intérieure et extérieure, d'une distance égale dans des directions opposées, chaque gorge de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur ayant une partie droite avec un fond de gorge linéaire, le jeu axial initial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple étant compris dans une plage de -30 à +10 μm et de préférence dans une plage de -10 à +10 μm .

Le joint homocinétique selon l'invention comporte des parties droites avec un fond de gorge linéaire dans chacune des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur. Par comparaison avec le joint homocinétique défini en premier lieu, le joint homocinétique selon cette seconde caractéristique de l'invention offre un plus grand angle de travail. (Capacité angulaire augmentée).

Les autres caractéristiques sont les mêmes que celles du joint homocinétique défini ci-dessus. Dans ce montage, la cage peut avoir une couche durcie et une partie de noyau ; la surface durcie de la couche a de préférence une dureté HRC comprise entre 58 et 63 ; la partie de noyau a une dureté HRC comprise entre 35 et 45. HRC représente la dureté sur l'échelle Rockwell C. La couche durcie en surface est par exemple une couche de carbure formée par carburation. Il est souhaitable qu'au moins les parties en forme de colonnes, en section, placées entre les poches de la cage présentent un rapport de surface avec la partie de noyau pour l'ensemble de la surface correspondant à 40-55 %. Dans ces conditions, la cage comporte une couche de surface offrant une excellente résistance à l'usure et la partie de noyau, une excellente dureté. En conséquence, la cage offre une résistance remarquable à la fatigue, une résistance élevée aux fissures et d'autres avantages de cette nature.

Dans le montage ci-dessus il est souhaitable de fixer le décalage à 2-4 mm pour les centres respectifs des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint. Grâce au décalage des gorges de guidage, la profondeur des gorges devient irrégulière dans la direction axiale. Pour cette raison, si le degré de décalage est trop grand, on aura un contact ovale pour la partie de contact entre les gorges de gui-

dage et les billes de transmission de couple qui sera en deçà des gorges de guidage lorsque les billes transmettent une charge importante (c'est-à-dire pour un angle de travail important) et la profondeur des gorges est faible. Cependant en fixant le degré de décalage à 2-4 mm, il est possible d'éviter
5 que le contact ovale ne sorte des gorges et de prévenir le décalage résultant de la partie d'épaulement des gorges de guidage ce qui permet d'améliorer la résistance et la fiabilité des éléments extérieur et intérieur du joint. De plus, comme il est possible d'augmenter l'épaisseur de la cage, on améliore sa résistance et sa fiabilité.

10 Suivant une autre caractéristique avantageuse, l'invention concerne un joint homocinétique, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant
15 axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de
20 couple,
- les chemins à billes s'élargissent suivant une forme de coin dans un sens de la direction axiale,
- chacune des poches de la cage comporte des rayons et pour un rayon de courbure (R) de ces rayons et un diamètre de bille de transmission
25 de couple (d), on a un rapport (R/d) tel que $(R/d \geq 0,22)$.

Le rapport (R/d) est fixé dans la plage définie ci-dessus pour la raison suivante. La figure 7 est une vue montrant pour la relation du rapport (R/d) en fonction de la charge maximale pour les contraintes principales appliquées aux parties en forme de colonnes (les intervalles
30 entre les poches adjacentes périphériques de la cage) trouvée par une analyse appliquant le procédé des éléments finis. La figure 7 montre que le diagramme $\{(R/d) - (\text{charge maximale pour les contraintes principales})\}$ prend une valeur minimale pour $R/d=0,537$ et la charge maximale des contraintes principales appliquée aux parties en forme de colonnes atteint
35 sa valeur théorique la plus faible pour $R/d=0,537$. Le tableau 1 montre également la dimension R qui satisfait à la relation $R/d=0,537$ pour chaque taille de billes de transmission de couple en se reportant aux résultats de l'analyse évoqués ci-dessus. Pour un jeu général donné de 61 mm pour

la dimension R (tolérance générale: tolérance de 61 mm donnée pour une dimension R supérieure à 6 mm dans la dimension de base), la valeur de la limite inférieure et celle de la limite supérieure de la dimension R ont été trouvées et les valeurs de la limite inférieure et la limite supérieure correspondante ont été obtenues pour le rapport R/d (la valeur moyenne du rapport R/d est la moyenne de la valeur limite supérieure et de la valeur limite inférieure). On a obtenu comme plage préférentielle pour le rapport R/d la plage comprise entre 0,45 et 0,62. Dans le cas de la cage classique représentée aux figures 11(a) et 11(b), on estime que le rapport R/d=0,21 (c'est-à-dire si R/d/0,22) permet de réduire la charge maximale des contraintes principales. Pour les raisons données ci-dessus, on fixe le rapport R/d à R/d/0,22 et de préférence dans une plage comprise entre 0,45 et 0,62. En fixant le rapport R/d dans la plage définie ci-dessus, il est possible de réduire au minimum l'espace des poches ce qui augmente la zone de surface pour la surface intérieure et la surface extérieure de la cage sans diminuer les caractéristiques de fonctionnement de la cage (fonctionnement par rapport aux billes de transmission de couple). En conséquence, avec l'effet de la réduction de la charge maximale pour les contraintes principales sur les parties de colonnes, on améliore la résistance et la fiabilité de la cage.

Suivant une autre caractéristique, l'invention concerne un joint homocinétique, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- les chemins à billes ayant une forme de coins allant en s'élargissant dans un sens de la direction axiale,
- chaque rainure de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint ayant une partie droite avec un fond de gorge linéaire,
- les chemins à billes s'élargissent suivant une forme de coin dans un sens de la direction axiale,

- chacune des poches de la cage comporte des rayons et pour un rayon de courbure (R) de ces rayons et un diamètre de bille de transmission de couple (d), on a un rapport (R/d) tel que $(R/d \geq 0,22)$.

Le joint homocinétique défini ci-dessus comporte une partie droite avec un fond de gorge linéaire dans chacune des gorges de guidage des éléments extérieur et intérieur du joint. Par comparaison avec le joint homocinétique défini précédemment, celui-ci peut avoir un angle de travail plus grand. Les autres caractéristiques sont les mêmes que celles du joint homocinétique défini précédemment.

Les billes de transmission de couple d'un joint homocinétique selon l'invention sont mises en place de la manière suivante. Lorsque l'élément extérieur du joint est décalé angulairement par rapport à l'élément intérieur du joint, on place les billes de transmission de couple dans les poches de la cage et dans les chemins à billes pour les poches de la cage tournées vers l'extérieur, à travers l'une des ouvertures de l'élément extérieur. Lorsque les éléments extérieur et intérieur effectuent un déplacement angulaire relatif, les billes de transmission de couple retenues dans les poches de la cage se déplacent par rapport à la direction périphérique. Ainsi pour introduire les billes de transmission de couple (l'angle de déplacement entre l'élément extérieur et l'élément intérieur pendant l'incorporation des billes de transmission de couple est appelé ci-après angle d'incorporation des billes) il est nécessaire de définir la longueur périphérique des poches de la cage de façon que les billes de transmission de couple introduites précédemment n'interfèrent pas avec les surfaces de parois périphériques des poches de la cage pendant qu'elles se déplacent par rapport à la direction périphérique. De même une certaine quantité de mouvement périphérique relatif des billes de transmission de couple dans les poches atteint son maximum pour les angles de phase de 45° , 135° , 225° et 315° , et elle diminue à 0 pour les angles de phase de 0° , 90° , 180° et 270° . Tenant compte de ce qui précède on peut avoir huit poches de la cage composées de premières et de secondes poches ayant des longueurs périphériques différentes l'une de l'autre ; les premières poches ont une longueur périphérique plus courte et sont espacées l'une de l'autre d'une distance angulaire de 90° et 180° . Les secondes poches ont une longueur périphérique plus grande, de façon que les billes de transmission de couple n'interfèrent pas avec les surfaces de parois périphériques des poches, même lorsque les billes se déplacent relativement d'un mouvement maximum dans les poches pendant leur incorporation.

Les premières poches ont une longueur périphérique plus courte et cette longueur est telle que les billes de transmission de couple n'interfèrent pas avec les surfaces de parois périphériques des poches même si les billes de transmission de couple se déplacent de la quantité de mouvement maximum dans les poches, lorsque le joint homocinétique prend son plus grand angle de travail (le plus grand angle de déplacement que peut prendre le joint homocinétique pendant qu'il fonctionne en tant que joint). En conséquence, on peut augmenter la zone de surface pour la surface intérieure et la surface extérieure de la cage tout en garantissant les caractéristiques d'intégration des billes de transmission de couple et de fonctionnement du joint ce qui permet d'améliorer la solidité et la fiabilité de la cage.

En variante on peut avoir la même longueur périphérique pour les huit poches de la cage. Comme on améliore la solidité et la fiabilité de la cage en fixant le rapport R/d dans la plage donnée ci-dessus, on peut rendre égales les longueurs périphériques des huit poches de la cage (aussi longues que les secondes poches).

Il est préférable que pour toutes les surfaces de chaque poche de la cage, au moins une paire de surfaces de parois axiales en regard l'une de l'autre suivant une ligne axiale de la cage soit formée par découpe après traitement thermique appliqué à la cage. La découpe envisagée ici comprend les opérations de meulage, de découpe d'acier traité, etc... En conséquence cela réduit l'éventail des possibilités de traitement des surfaces de parois axiales. Il est possible de supprimer la partie linéaire de la structure de poches classique en contrôlant le traitement effectué sur les surfaces de parois axiales et le rapport R/d peut être fixé dans la plage définie ci-dessus avec un plus grand rayon de courbure pour les parties formant rayon.

Suivant une autre caractéristique, l'invention concerne un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément, un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément, huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple, les chemins à billes ayant une forme de coin allant en s'élargissant dans un sens de la direction axiale, et pour W donné

comme largeur axiale de l'élément intérieur du joint et PCR comme longueur d'un segment reliant le centre d'une gorge de l'élément intérieur du joint et le centre d'une bille de transmission de couple, le rapport R_w ($=W/PCR$) est dans une plage comprise entre 0,68 et 0,84.

5 Ainsi la longueur axiale (W) de l'élément de joint intérieur utilise la dimension axiale des rainures de guidage de l'élément de joint intérieur comme référence. La raison du choix de la plage pour R_w comprise entre 0,69 et 0,84 est la suivante :

10 Pour un nombre de chemins à billes et de billes de transmission de couple égal à huit, la largeur périphérique (L : dimension périphérique de la surface extérieure des gorges de guidage (voir figure 8(a), 8(b) et 9(a), 9(b)) de la surface extérieure de l'élément intérieur devient relativement petite par comparaison avec celle d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) représenté aux figures 10(a), 10(b). De
15 plus la plus petite valeur de la dimension périphérique (L) de la surface extérieure varie avec la largeur axiale (W) de l'élément de joint intérieur (la largeur périphérique L n'est pas uniforme dans la direction axiale et diminue progressivement du centre vers les parties d'extrémités dans la direction axiale pour atteindre sa valeur la plus petite au niveau des parties
20 d'extrémités). Ainsi la largeur axiale (W) la plus grande de l'élément intérieur du joint, diminue d'autant plus que la dimension périphérique (L) de la surface extérieure diminue.

De plus, si l'élément intérieur du joint est préformé par forgeage, sa valeur la plus petite de la largeur périphérique (L) de la surface
25 extérieure est trop petite et la matière ne flue pas de façon satisfaisante dans le moule ce qui réduit le degré de précision des gorges de guidage et de la surface extérieure. La durée d'utilisation du moule est réduite. Il a été confirmé par les résultats des essais qu'il existe une valeur minimale (δ : cette valeur varie avec la taille du joint homocinétique) de la largeur
30 périphérique (L) de la surface extérieure permettant d'atteindre un degré satisfaisant de précision de moulage et de durée d'utilisation du moule et il est nécessaire de fixer la largeur axiale (W) de l'élément intérieur à une dimension permettant de garantir la valeur la plus faible (δ).

35 De manière plus précise, selon la relation géométrique donnée aux figures 9(a) et 9(b), les coordonnées de la frontière (partie formant épaulement) de la surface extérieure 2a et de la gorge de guidage 2b de l'élément intérieur 2 peuvent s'obtenir en résolvant le système de deux

équations suivantes (le chanfrein de la partie formant épaulement et la surface d'extrémité ne sont pas concernés par ces équations) :

Equation de la surface de la gorge de guidage :

$$(X + e_x)^2 + \left\{ \left(Y^2 + Z^2 \right)^{1/2} - (PCR + e_y) \right\}^2 = (\alpha R)^2$$

Equation de la surface extérieure :

$$X^2 + Y^2 + (Z - f)^2 = R^2$$

Dans ces équations :

X, Y, Z représentent des coordonnées.

PCR : longueur d'une ligne reliant le centre 02 des gorges de guidage 2b et les centres 03 des billes de transmissions de couple 3,

e_x : degré de décalage du centre de PCD par rapport au centre de l'arc de la gorge de guidage 2b,

e_y : degré de décalage du centre de PCD par rapport au centre de l'arc de la gorge de guidage 2b,

α : rapport de contact

f : degré de décalage du centre 02 des gorges de guidage 2b,

R : rayon des billes de transmission de couple 3.

La largeur périphérique intérieure (L) de la surface extérieure s'obtient par les deux équations ci-dessus ; puis on obtient la largeur axiale (W1) de l'élément intérieur du joint qui répond à la condition (L = δ) aux extrémités. Pour la raison donnée ci-dessus, pour améliorer les caractéristiques de forgeage de l'élément intérieur du joint, la largeur axiale (W) doit satisfaire à la condition (W < W1). En satisfaisant à cette condition, on réduit le poids, la dimension axiale, le coût en matière de l'élément intérieur du joint.

Puis pour déterminer la largeur axiale (W) de l'élément intérieur du joint on traite le mouvement axial relatif des billes de transmission de couple par rapport aux gorges de guidage pour le déplacement angulaire. En d'autres termes il est souhaitable que la largeur axiale (W) de l'élément intérieur du joint soit aussi réduite que possible si la condition (W < W1) ci-dessus est satisfaite pour les raisons déjà données.

Toutefois, si la largeur axiale (W) est inférieure à ce qui est nécessaire, on aura une surface de contact ovale pour les billes de trans-

mission de couple avec les gorges de guidage sur l'élément intérieur du joint dépassant les gorges de guidage lors du déplacement angulaire. Cela se traduit par une concentration locale des contraintes et entraîne une usure irrégulière ou un fluage des gorges de guidage. C'est pourquoi, pour garantir la solidité et la fiabilité de l'élément intérieur du joint, on a trouvé le seuil (WO) pour la largeur axiale (W) de l'élément intérieur du joint, pour que la surface ovale de contact des billes de transmission de couple et des gorges de guidage reste dans les gorges de guidage même lorsque le joint prend son angle de travail le plus grand ; la largeur axiale (W) est fixée de manière à satisfaire la condition (W/WO) . Le plus grand angle de travail est le plus grand angle de déplacement que peut prendre le joint lorsqu'il fonctionne et l'angle de fonctionnement pratique est en général situé dans une plage plus faible que l'angle de travail le plus grand.

Ainsi la plage optimale de la largeur axiale (W) de l'élément intérieur du joint est $WO < W < W1$. Il est toutefois à remarquer que les valeurs (WO) et (W1) peuvent varier suivant les dimensions des joints homocinétiques ; pour arriver à la norme la plus générale, la plage doit être définie par rapport à la taille des joints et aux dimensions de base associées. De plus, (WO) varie en fonction du plus grand angle de fonctionnement. Ainsi pour arriver à une capacité angulaire importante pour le joint, le plus grand angle de travail est fixé à 47° et (WO) et (W1) se déterminent pour chaque taille de joint ; puis on définit le rapport $Rw (=W/PCR)$ de la largeur axiale (W) et de la longueur (PCR) du segment reliant le centre d'une gorge de guidage et le centre d'une bille de transmission de couple placée dans la gorge. Ainsi on trouve la condition $0,69 < Rw < 0,84$ et la condition ci-dessus est la référence pour la plage optimale de largeur axiale (W) pour l'élément intérieur du joint.

Suivant une autre caractéristique, l'invention concerne un joint homocinétique comprenant un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement, réalisées dans la surface sphérique intérieure de cet élément, un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement, réalisées dans la surface sphérique extérieure de cet élément et une partie de montage composée d'un profil denté ayant une surface intérieure destinée à être montée sur une partie d'axe par son profil denté, huit billes de transmission de couple étant logées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et celles de l'élément intérieur du joint, et une cage retenant les billes de transmission de couple, caractérisé en ce que les

chemins de billes s'élargissent en forme de coin dans un sens dans la direction axiale, chaque gorge de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur comporte une partie droite ayant un fond de gorge linéaire, et pour W donné comme longueur axiale de l'élément intérieur du joint et PCR comme longueur d'un segment reliant un centre d'une gorge de guidage de l'élément intérieur et le centre d'une bille de transmission de couple, le rapport $R_w (=W/PCR)$ est compris entre 0,80 et 0,93.

Ainsi la plage $0,80 < R_w < 0,93$ se trouve avec la même référence en recherchant la plage R_w d'un joint homocinétique selon les caractéristiques données ci-dessus. Toutefois le joint homocinétique selon les dernières caractéristiques définies ci-dessus avec une partie droite et un fond de gorge linéaire dans chacune des gorges de l'élément extérieur et de l'élément intérieur permet d'avoir le plus grand angle de travail possible par rapport à un joint homocinétique correspondant à la définition précédente. Toutefois, du point de vue de la réalisation d'une grande capacité angulaire du joint, c'est-à-dire l'angle de travail le plus grand qui est utilisé comme référence, on fixe la valeur la plus faible de R_w à 50° .

Comme indiqué, en fixant la largeur axiale (W) de l'élément intérieur du joint dans une plage telle que $0,69 < R_w < 0,84$, la zone de contact ovale des billes de transmission de couple et des gorges de guidage ne va pas au-delà des gorges de guidage même lorsque le joint travaille avec le plus grand angle de fonctionnement possible égal à 47° ; cela permet de garantir la solidité et la fiabilité de l'élément intérieur du joint et ainsi la résistance, la fiabilité et la capacité de charge et la capacité angulaire élevées du joint. En même temps on économise un coût de traitement en améliorant les caractéristiques de forgeage de l'élément intérieur du joint, le poids et les dimensions axiales ainsi que le coût en matière peuvent être diminués par une largeur axiale (W) aussi réduite que possible. Le montage avec des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint comportant une partie droite avec un fond de gorge linéaire, permet d'obtenir les effets énoncés ci-dessus même si l'angle de travail le plus grand possible pour le joint est fixé jusqu'à 50° . En particulier comme on peut travailler avec un angle important, on améliore les possibilités d'application du joint à la construction automobile.

Dans le montage ci-dessus, PCD_{BILLE} est le diamètre du cercle primitif des billes de transmission de couple et (d) est leur diamètre si bien qu'on fixe un rapport $r_1 (=PCD_{BILLE}/d)$ dans une plage telle que $3,3 < r_1 < 5,0$. La raison du choix de cette plage est de garantir la résistance

de l'élément extérieur ou analogue et la capacité de charge ainsi que la fiabilité du joint pour qu'elles soient au moins égales à celles d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes). En d'autres termes, le joint homocinétique constant ou fixe ne permet pratiquement pas de modifier brutalement le diamètre du cercle primitif (PCD_{BIJULE}) des billes de transmission de couple dans un espace limité. La valeur du rapport $r1$ dépend principalement du diamètre (d) des billes. Si l'on a $r1 < 3,3$ (principalement si le diamètre (d) est grand) les autres composants (élément extérieur, élément intérieur du joint, etc..) seront trop minces et il y aura des problèmes de solidité. Inversement si l'on a $r1 > 5,0$ (principalement si le diamètre (d) est petit), la capacité de charge sera trop faible et il y aura des difficultés de fiabilité. De même la pression de surface dans les parties de contact entre les billes de transmission de couple et les gorges de guidage augmente (à cause de la zone ovale de contact de la partie de contact qui diminue avec le diamètre (d)) on aura des difficultés à cause du déplacement de la partie formant l'épaule des gorges de guidage.

En fixant la plage comme indiqué ci-dessus c'est-à-dire $3,3 > r1 > 5,0$, il est possible de garantir la solidité de l'élément extérieur du joint ou élément analogue et la capacité de charge et la fiabilité du joint pour que ces caractéristiques soient au moins égales à celles d'un joint classique. Il est particulièrement intéressant de fixer le rapport $r1$ dans la plage suivante $3,5 < r1 < 5,0$.

Description des dessins

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'exemples de réalisation représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'un joint homocinétique correspondant à un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une coupe transversale du joint homocinétique du premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3(a) est une vue de face d'une cage,
- la figure 3(b) est une coupe longitudinale de la cage,
- la figure 4 est un graphique montrant les résultats des essais pour l'usure en profondeur des poches de la cage,
- la figure 5 est une vue en coupe longitudinale d'un second mode de réalisation d'un joint homocinétique correspondant à l'invention,
- la figure 6 est une vue en plan, à échelle agrandie, montrant une partie périphérique de chaque poche de la cage,

- la figure 7 est une vue montrant la relation du rapport (R/d) pour la charge maximale des contraintes principales s'exerçant sur les parties de colonne,
- la figure 8(a) est une vue de face de l'élément intérieur du joint,
- 5 - la figure 8(b) est une coupe longitudinale correspondant à la figure 8(a),
- les figures 9(a), 9(b) sont des vues montrant un modèle géométrique de l'élément intérieur du joint,
- les figures 10(a), 10(b) représentent une coupe longitudinale d'un joint homocinétique constant,
- 10 - la figure 11(a) est une coupe longitudinale d'une cage d'un joint homocinétique connu,
- la figure 11(b) est une vue en plan à échelle agrandie montrant une partie périphérique de chaque poche.

Description de différents modes de réalisation

15 Les figures 1 et 2 montrent un joint homocinétique à billes selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le joint homocinétique comprend un élément extérieur 1 à surface intérieure sphérique 1a, muni axialement de huit gorges de guidage 1b, courbes, un élément intérieur 2 à surface extérieure sphérique 2a, muni axialement de huit gorges de guidage 2b, courbes et d'une surface intérieure avec une partie de fixation 2c munie de cannelures (cannelures ou crantage) ; huit billes de transmission de couple 3 sont logées dans les huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage 1b de l'élément extérieur 1 et les gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 ; une cage 4 retient les billes 3 de transmission de couple. La partie de montage 2c de l'élément intérieur 2 est assemblée à l'extrémité d'un axe d'entraînement d'un véhicule automobile par exemple par son profil denté (montage par crantage pour cannelure).

30 Les centres 01 et 02 des gorges de guidage 1b et 2b de l'élément extérieur 1 et de l'élément intérieur 2 respectifs sont décalés axialement par rapport au centre des sphères de la surface intérieure 1a et de la surface extérieure 2a d'une même distance F dans des directions opposées (dans le cas de l'exemple de la figure 1, le centre 01 est décalé vers le côté ouvert du joint et le centre 02 vers le côté intérieur du joint. Il en résulte que les chemins à billes définis entre les gorges de guidage 1b et 2b correspondants sont agrandis à la manière de coins, d'un côté dans la direction axiale (dans le cas de l'exemple représenté au dessin, cet agrandissement se fait vers le côté ouvert du joint).

A la fois le centre de la sphère de la surface extérieure 4a de la cage 4 et le de la sphère de la surface intérieure 1a de l'élément extérieur 1 du joint servant de surface de guidage pour la surface extérieure 4a de la cage 4 sont placés dans le plan 0 du centre du joint passant par les centres 0 des billes 3 de transmission du couple. De même à la fois le centre de la sphère de la surface intérieure 4b et de la cage 4 et le centre de la sphère de la surface extérieure 2a de l'élément intérieur 2 du joint servant de surface de guidage pour la surface intérieure 4b de la cage 4 sont situés dans le plan central 0 du joint. Le degré de décalage F du centre 01 des gorges de guidage 1b est égal à la distance axiale entre le centre 01 et le plan central 0 du joint ; le degré de décalage F du centre 02 des gorges de guidage 2b est égal à la distance axiale entre le centre 02 et le plan central 0 du joint ; ainsi les deux décalages F sont égaux. Dans le présent mode de réalisation, le décalage F de chacun des centres 01 et 02 est compris entre 2 et 4 mm.

Pour les raisons données ci-dessus, le rapport r_1 ($=PCD_{BILLE}/d$) entre le diamètre du cercle primitif (PCD_{BILLE}) des billes de transmission de couple et le diamètre (d) des billes est fixé dans une plage comprise entre 3,3 et 5,0 et de préférence entre 3,5 et 5,0. Ainsi le diamètre du cercle primitif (PCD_{BILLE}) des billes de transmission de couple est le double de PCR ($PCD_{BILLE} + 2 \times PCR$). La longueur du segment reliant le centre 01 des gorges de guidage 1b et l'élément extérieur 1 du joint et le centre 03 des billes de transmission de couple 3 ainsi la longueur du segment reliant le centre 02 des gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 du joint et le centre 03 des billes de transmission de couple 3 sont chaque fois égales à PCR ; ainsi les deux longueurs sont égales. De plus, le rapport r_2 ($=D_{ext}/PCD_{SERR}$) du diamètre extérieur (D_{ext}) de l'élément extérieur 1 au diamètre du cercle primitif (PCD_{SERR}) du profil denté (crantage ou cannelures) de la partie d'assemblage 2c de l'élément intérieur 2 du joint situé dans une plage comprise entre 2,5 et 3,5. La raison en est la suivante : le diamètre du cercle primitif (PCD_{SERR}) du profilé denté de la partie d'assemblage 2c de l'élément intérieur 2 ne peut être modifié de façon importante à cause de la dimension de l'arbre d'entraînement 5. C'est pourquoi la valeur du rapport r_2 dépend principalement du diamètre extérieur (D_{ext}) de l'élément extérieur 1 du joint. Si l'on a $r_2 < 2,5$ (principalement si le diamètre extérieur D_{ext} est petit) chaque composant (élément extérieur, élément intérieur du joint, etc..) est trop mince et pas assez solide. Si l'on a $r_2/3,5$ (principalement si le diamètre extérieur D_{ext} est trop grand) on ne

peut obtenir un joint homocinétique compact. C'est pourquoi en fixant r_2 dans une plage telle que $2,5 r_2 > 3,5$, il est possible d'avoir une dimension extérieure compacte tout en ayant une bonne résistance pour l'élément extérieur du joint et la fiabilité du joint sera au moins égale à celle d'un joint classique (joint universel homocinétique à six billes).

Le joint universel homocinétique selon la présente invention comporte huit billes 3 de transmission de couple ; comparé au joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) et le rapport de la charge supportée par une bille de transmission de couple à la charge totale du joint est faible. Ainsi il est possible de réduire le diamètre (d) des billes de transmission de couple 3 par rapport à celui des billes d'un joint classique pour la même taille nominale ; on peut avoir une épaisseur de l'élément extérieur 1 et de l'élément intérieur 2 du joint qui est pratiquement égale à celle des pièces correspondantes d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes).

Il est également possible de rendre la dimension extérieure (D_{ext}) plus compacte par rapport à celle d'un joint classique de même taille nominale (joint homocinétique à six billes fixes) en réduisant le rapport r_2 ($= D_{ext}/PCD_{SERR}$) tout en maintenant la résistance, la capacité de charge et la fiabilité au moins au niveau d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes). Par exemple si le diamètre du cercle primitif (PCD_{SERR}) de la partie d'assemblage 2c est égal à celui d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes), on peut réduire le diamètre extérieur (D_{ext}). De plus des essais ont confirmé que le joint selon le présent mode de réalisation dégage moins de chaleur qu'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes).

Chacun des éléments extérieur 1 et intérieur 2 est de l'acier mis en forme approprié par forgeage à chaud ou forgeage en sous-température et finition par forgeage à froid et meulage. Il a été confirmé par des essais que le joint homocinétique selon la présente invention crée de faibles pertes de couple et dégage moins de chaleur et c'est pourquoi on peut réduire le degré de précision de la finition de surface ; la montée en température qui en résulte a moins d'effet sur la réduction de la durée de vie par comparaison avec un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes). Comme les gorges de guidage 1b et la surface intérieure 1a de l'élément extérieur 1 du joint peuvent avoir une surface de finition obtenue par forgeage à froid (sans meulage) et que les gorges de guidage 2b de la surface extérieure 2a de l'élément intérieur 2 du joint peuvent avoir une

finition de surface obtenue par forgeage à froid (sans meulage). Cela simplifie la fabrication et permet une économie de coût de fabrication.

Selon l'invention, si l'élément extérieur 1 et l'élément intérieur 2 effectuent un déplacement angulaire θ , les billes de transmission de couple 3, guidées par la cage 4 sont maintenues dans le plan bissecteur ($\theta/2$) coupant l'angle θ (quel que soit cet angle θ) ce qui garantit la vitesse uniforme du joint.

Les figures 3(a), 3(b) montrent la cage 4. Cette cage 4 comporte huit poches 4c en forme de fenêtres qui reçoivent et retiennent les billes de transmission de couple 3 ainsi que des colonnes 4d séparant les poches voisines 4c dans la direction périphérique. La différence ($=L-d$) de la dimension axiale L des poches 4c et du diamètre (d) d'une bille de transmission de couple 3 au début du fonctionnement du joint c'est-à-dire pour le jeu axial initial est réglée pour être comprise dans une plage entre (-30 et +10 μm) et de préférence dans une plage comprise entre (-10 et +10 μm). Les huit poches 4c peuvent se composer de premières et de secondes poches ayant des longueurs périphériques différentes l'une par rapport à l'autre. Les premières poches à longueur périphérique plus courte peuvent être prévues avec un écartement angulaire de 90° ou de 180°.

La cage 4 est réalisée par exemple en acier au carbure avec une couche de carbure comme couche de surface obtenue par traitement au carbure et trempe. Comme exemples on a des aciers au carbure, des aciers au chrome, des aciers au chrome molybdène, des aciers au nickel chrome molybdène, etc... Dans le présent mode de réalisation on utilise l'acier au chrome molybdène SCM415B. La dureté de surface de la couche de carbure est de 58 à 63 HRC. La dureté du noyau (la partie autre que la couche carburée) est comprise entre 35 et 45 HRC. Le rapport des surfaces entre la partie de noyau et toute la surface dans une certaine coupe transversale de la cage 4 en particulier dans la section de la partie formant colonne 4d est comprise entre 40 et 55 %.

On a déterminé la profondeur de l'usure des poches de la cage en utilisant le joint homocinétique selon le premier mode de réalisation décrit ci-dessus. Dans les essais, on a fait fonctionner le joint universel dans les conditions suivantes : couple de charge $T = 412\text{N.m}$; nombre de tours $N = 1300\text{ T/mn}$; angle de fonctionnement $\theta = 6^\circ$, la profondeur de l'usure des surfaces de parois axiales des poches 4c a été mesurée après 200 heures, 450 heures et 600 heures. Les résultats des mesures

sont donnés dans le graphique de la figure 4. Les essais ont été effectués à l'aide de deux joints d'essai (No.1: 0 ; 2: Δ). La valeur moyenne de multiples mesures pour chaque joint est considérée comme correspondant à la profondeur de l'usure.

5 Les résultats consignés dans le graphique de la figure 4 montrent que la profondeur de l'usure augmente fortement jusqu'à 200 heures ce qui correspond à l'usure initiale ; après 200 heures la profondeur de l'usure ne change pratiquement pas ce qui signifie que l'usure est stabilisée. La profondeur de l'usure après un fonctionnement des joints pendant 650 heures était de 10,0 μm et de 11,9 μm pour les joints No 1 et 10 2 essayés. On confirme ainsi que par comparaison avec un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes) la profondeur de l'usure peut être réduite approximativement de 20 μm . Ainsi, même si la plage du jeu initial axial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple est 15 décalée vers le côté positif, de 20 μm , dans une plage comprise entre -30 et +10 μm , par rapport à la plage d'un joint classique (joint homocinétique à six billes fixes), le jeu ne deviendra jamais un jeu positif trop important pendant l'utilisation ce qui permet de stabiliser le fonctionnement du joint. De même, en décalant de jeu axial initial vers le côté positif, on peut 20 diminuer les efforts exercés par les poches de cage sur les billes de transmission de couple ce qui permet un mouvement de roulement en douceur des billes de transmission de couple.

La figure 5 montre un second mode de réalisation d'un joint homocinétique selon l'invention. Ce second mode de réalisation diffère du 25 premier mode de réalisation en ce que les gorges de guidage 1b de l'élément extérieur 1 du joint et les gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 du joint ont des parties droites U1, U2 avec un fond de gorge linéaire. Les parties droites U1, U2 des gorges de guidage 1b de l'élément extérieur 1 et les gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 du joint 30 permettent d'augmenter le plus grand l'angle de fonctionnement par rapport à celui possible dans le premier mode de réalisation décrit ci-dessus.

Dans le joint homocinétique des figures 1 et 2 ou de la figure 5, comme le montre la vue à échelle agrandie de la figure 6, chaque poche 4c de la cage 4 peut être formée d'une paire de surfaces de parois 35 axiales 4c1 opposées l'une à l'autre suivant la ligne axiale de la cage 4 et d'une paire de surfaces courbes 4c2 opposées l'une à l'autre dans la direction périphérique de la cage 4 avec des rayons 4c3 reliant les surfaces de parois axiales 4c1 et la surface de paroi périphérique 4c2. Dans le pré-

sent mode de réalisation, on choisit un rapport (R/d) du rayon de courbure R des rayons 4c3 au diamètre (d) des billes de transmission de couple 3 dans une plage comprise entre 0,45 et 0,62 ; on a choisi le rapport $R/d = 0,537$ dans l'exemple représenté dans le dessin. La surface de paroi périphérique 4c et les rayons 4c3 sont formés suivant un arc de rayon de courbure R . De même, pour les surfaces de parois axiales 4c1, l'éventail des possibilités de traitement est diminuée à cause du meulage, découpe d'acier traité ou analogue après le traitement thermique (traitement de carburation et trempe) pour la cage 4 (les surfaces périphériques 4c2 ; les rayons 4c3 sont laissés intacts après le poinçonnement à la presse. Selon le présent mode de réalisation, il est possible d'optimiser la structure d'une poche sans détériorer le fonctionnement de la cage ; en conséquence, on améliore la résistance et la fiabilité de la cage et ainsi la résistance et la fiabilité du joint.

Dans le joint homocinétique des figures 1 et 2, l'élément intérieur 2 peut être disposé comme représenté aux figures 8(a), 8(b) et aux figures 9(a), 9(b). Selon les figures 8(a), 8(b), les gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 sont préformées dans de l'acier pour avoir une forme prédéterminée par forgeage à chaud suivi d'un forgeage en sous-température et finition par forgeage à froid ou meulage.

La largeur périphérique (L) de la surface extérieure 2a de l'élément intérieur 2 est telle que $L \geq 3,5$ mm, la largeur axiale (W) est choisie pour que par exemple pour 45° comme plus grand angle de travail le rapport $R/w (=W/PCR)$ à la longueur (PCR : voir figure 9(b)) du segment reliant le centre 02 de la gorge de guidage 2b et le centre 03 d'une bille de transmission de couple 3 se situe dans une plage comprise entre 0,69 et 0,84. En conséquence même si le joint travaille suivant l'angle le plus grand égal à 47° , l'ovale de contact des billes de transmission de couple 3 et les gorges 2b ne sortira pas des gorges 2b. Cela garantit la résistance et la fiabilité de l'élément intérieur 2 et ainsi la résistance, la fiabilité, la capacité de charge et la capacité angulaire élevées du joint homocinétique. En même temps, en améliorant les caractéristiques de forgeage de l'élément intérieur 2 du joint, on économise des coûts de traitement et en réduisant la largeur axiale (W) au maximum, on diminue le poids, la dimension axiale et le coût en matière du joint.

Comme la dimension axiale (W) de l'élément intérieur 2 du joint est fixée dans une plage telle que R/w appartiennent à 0,69 - 0,84, par comparaison avec un joint homocinétique (joint homocinétique à huit

billes fixes) comme déjà proposé, on peut avoir une dimension axiale de l'élément intérieur 2 plus compacte ce qui réduit d'autant le poids et le coût du joint.

- 5 En variante, dans le joint homocinétique de la figure 5, l'élément intérieur 2 peut être réalisé comme indiqué ci-dessus. En réalisant le joint homocinétique de la figure 5 avec des parties droites U1, U2 pour les gorges de guidage 1b de l'élément extérieur 1 et des gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2, on peut augmenter l'angle de travail maximum par rapport à celui du joint homocinétique des figures 1 et 2.
- 10 Du point de vue de la capacité angulaire du joint, on considère qu'un angle 50° est l'angle de travail le plus grand utilisé comme référence pour déterminer la plus petite valeur de R_w . Les gorges de guidage 2b de l'élément intérieur 2 sont réalisées dans l'acier avec une forme prédéterminée par forgeage à chaud ou forgeage en sous-température et finition
- 15 par forgeage à froid ou meulage.

TABLEAU 1

Diamètre d'une bille	R DIMENSION			R/d		
	0.537d	Limite supérieure	Limite inférieure	Limite supérieure	Valeur Moyenne	Limite inférieure
12.7	6.8	7.8	5.8	0.614	0.535	0.457
14.287	7.7	8.7	6.7	0.609	0.539	0.469
15.081	8.1	9.1	7.1	0.603	0.537	0.471
15.875	8.5	9.5	7.5	0.598	0.535	0.472
16.669	9	10	8	0.6	0.54	0.48
17.462	9.4	10.4	8.4	0.596	0.538	0.481
18	9.7	10.7	8.7	0.594	0.539	0.483
19.05	10.2	11.2	9.2	0.588	0.535	0.483
19.844	10.7	11.7	9.7	0.59	0.539	0.489
20.638	11.1	12.1	10.1	0.586	0.538	0.489
23.812	12.8	13.8	11.8	0.58	0.538	0.496

0.58-0.614 0.535-0.54 0.457 - 0.496

*tolérance générale; ± 1 (pour R6)

RE V E N D I C A T I O N S

1°) Joint homocinétique,
caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- le centre respectif des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint est décalé axialement par rapport au centre sphérique respectif de la surface intérieure et de la surface extérieure, d'une distance égale (F) dans des directions opposées,
- le jeu axial initial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple étant compris dans une plage de -30 à +10 μm .

2°) Joint homocinétique,
caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- le centre respectif des gorges de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint est décalé axialement par rapport au centre sphérique respectif de la surface intérieure et de la surface extérieure, d'une distance égale (F) dans des directions opposées,
- chaque gorge de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur a une partie droite avec un fond un fond de gorge linéaire,
- le jeu initial axial entre les poches de la cage et les billes de transmission de couple appartient à une plage comprise entre -30 et +10 μm .

3°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que

- la cage présente une couche de surface durcie et une partie de noyau, et

5 - la couche de surface durcie a une dureté de surface comprise entre 58 et 63 HRC et la partie de noyau une dureté comprise entre 35 et 45 HRC.

4°) Joint homocinétique selon la revendication 3,

10 caractérisé en ce que

la couche de surface durcie est une couche de carbure.

5°) Joint homocinétique selon la revendication 3,

caractérisé en ce qu'

15 au moins dans la section transversale de parties en colonne placées entre les poches de la cage, le rapport de la surface de la partie de noyau et de la totalité de surface est compris entre 40 % et 55 %.

6°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,

20 caractérisé en ce que

le degré de décalage (F) est compris entre 2 et 4 mm.

7°) Joint homocinétique,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25 -
- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
 - un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
 - huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
 - une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
 - les chemins à billes s'élargissent suivant une forme de coin dans un sens de la direction axiale,
 - chacune des poches de la cage comporte des rayons et pour un rayon de courbure (R) de ces rayons et un diamètre de bille de transmission de couple (d), on a un rapport $(R/d) \geq 0,22$.
- 30
- 35

8°) Joint homocinétique,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- 5 - un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- 10 - une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- les chemins à billes ayant une forme de coin allant en s'élargissant dans un sens de la direction axiale,
- chaque rainure de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur du joint ayant une partie droite avec un fond de gorge linéaire,
- 15 - les chemins à billes s'élargissent suivant une forme de coin dans un sens de la direction axiale,
- chacune des poches de la cage comporte des rayons et pour un rayon de courbure (R) de ces rayons et un diamètre de bille de transmission de couple (d), on a un rapport (R/d) tel que (R/d ≥ 0,22).
- 20

9°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que

le rapport (R/d) est dans une plage comprise entre 0,45 et 0,62.

10°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8,

caractérisé en ce que

les huit poches de la cage sont formées de premières et de secondes poches ayant une longueur périphérique différente l'une de l'autre, les premières poches ayant une longueur périphérique plus courte et étant espacées l'une de l'autre d'une distance angulaire de 90° et 180°.

11°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8,

caractérisé en ce qu'

on la même longueur périphérique pour les huit poches de la cage.

12°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8,

caractérisé en ce que

pour toutes les surfaces de chaque poche de la cage, au moins une paire de surfaces de parois axiales opposées l'une à l'autre suivant la ligne axiale de la cage sont réalisées par découpe après traitement thermique de la cage.

13°) Joint homocinétique,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement dans la surface sphérique extérieure de cet élément,
- huit billes de transmission de couple placées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et les gorges de guidage de l'élément intérieur qui correspondent, et
- une cage ayant des poches pour retenir les billes de transmission de couple,
- les chemins à billes ayant une forme de coin allant en s'élargissant dans un sens de la direction axiale,

et pour W donné comme largeur axiale de l'élément intérieur du joint et PCR comme longueur d'un segment reliant le centre d'une gorge de l'élément intérieur du joint et le centre d'une bille de transmission de couple, le rapport $R_w (=W/PCR)$ est dans une plage comprise entre 0,68 et 0,84.

14°) Joint homocinétique selon la revendication 13,

caractérisé en ce que

le plus grand angle de travail est égal à 47°.

15°) Joint homocinétique

comprenant

- un élément extérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement, réalisées dans la surface sphérique intérieure de cet élément,
- un élément intérieur ayant huit gorges de guidage courbes, s'étendant axialement, réalisées dans la surface sphérique extérieure de cet élé-

ment et une partie de montage composée d'un profil denté ayant une surface intérieure destinée à être montée sur une partie d'axe par son profil denté,

5 - huit billes de transmission de couple étant logées dans huit chemins à billes définis entre les gorges de guidage de l'élément extérieur et celles de l'élément intérieur du joint, et

- une cage retenant les billes de transmission de couple, caractérisé en ce que

10 - les chemins de billes s'élargissent en forme de coin dans un sens dans la direction axiale,

- chaque gorge de guidage de l'élément extérieur et de l'élément intérieur comporte une partie droite ayant un fond de gorge linéaire, et

15 - pour W donné comme longueur axiale de l'élément intérieur du joint et PCR comme longueur d'un segment reliant un centre d'une gorge de guidage de l'élément intérieur et le centre d'une bille de transmission de couple, le rapport $R_w (=W/PCR)$ est compris entre 0,80 et 0,93.

16°) Joint homocinétique selon la revendication 15, caractérisé en ce que

20 le plus grand angle de travail est égal à 50°.

17°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 13 ou 15,

caractérisé en ce que

25 les gorges de guidage de l'élément intérieur sont réalisées par forgeage à froid.

18°) Joint homocinétique selon l'une quelconque des revendications 13 ou 15,

30 caractérisé en ce que

pour PCD_{BILLE} donné comme diamètre du cercle primitif des billes (3) de transmission de couple et (d) comme diamètre d'une bille, alors le rapport $r_1 (=PCD_{BILLE}/d)$ est compris dans une plage de 3,3-5,0.

FIG.1

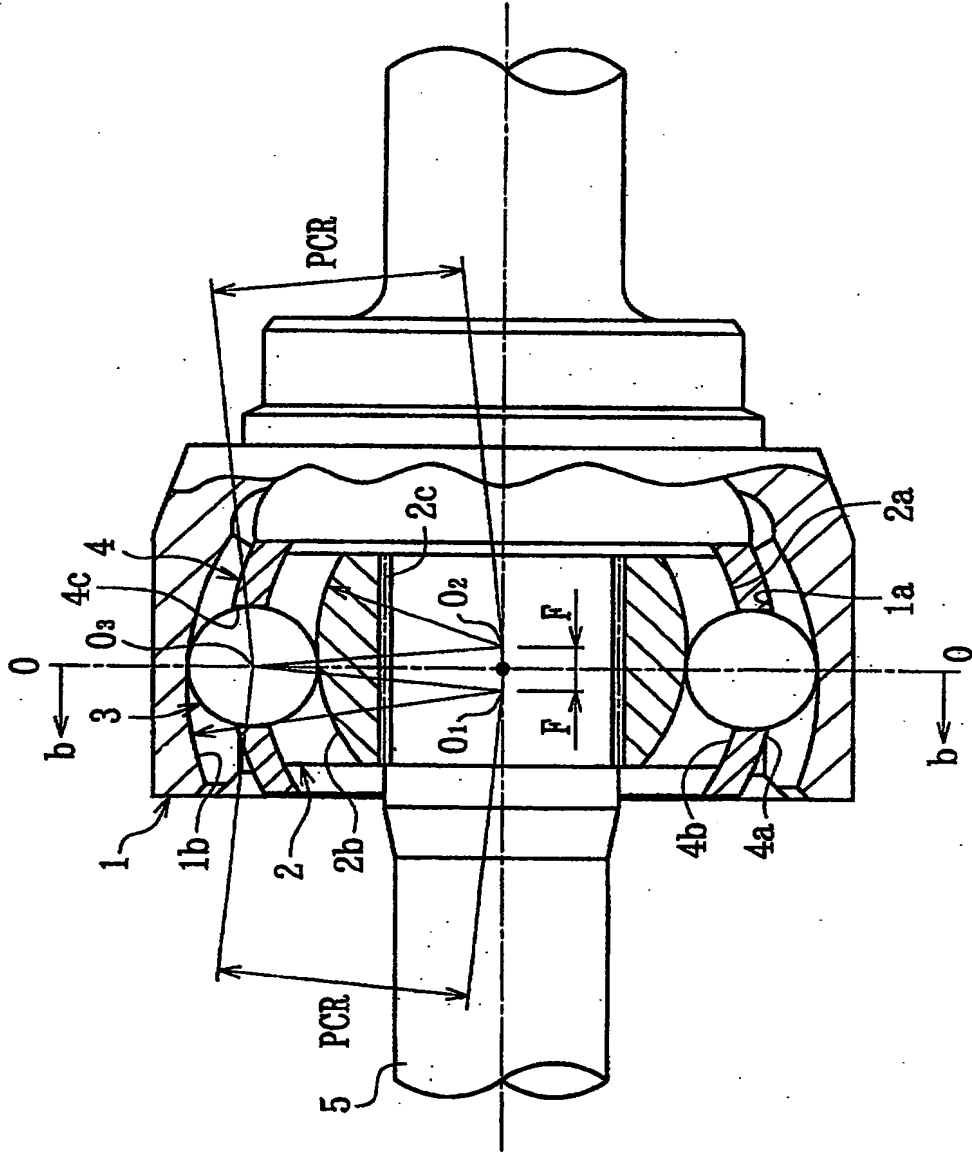


FIG.2

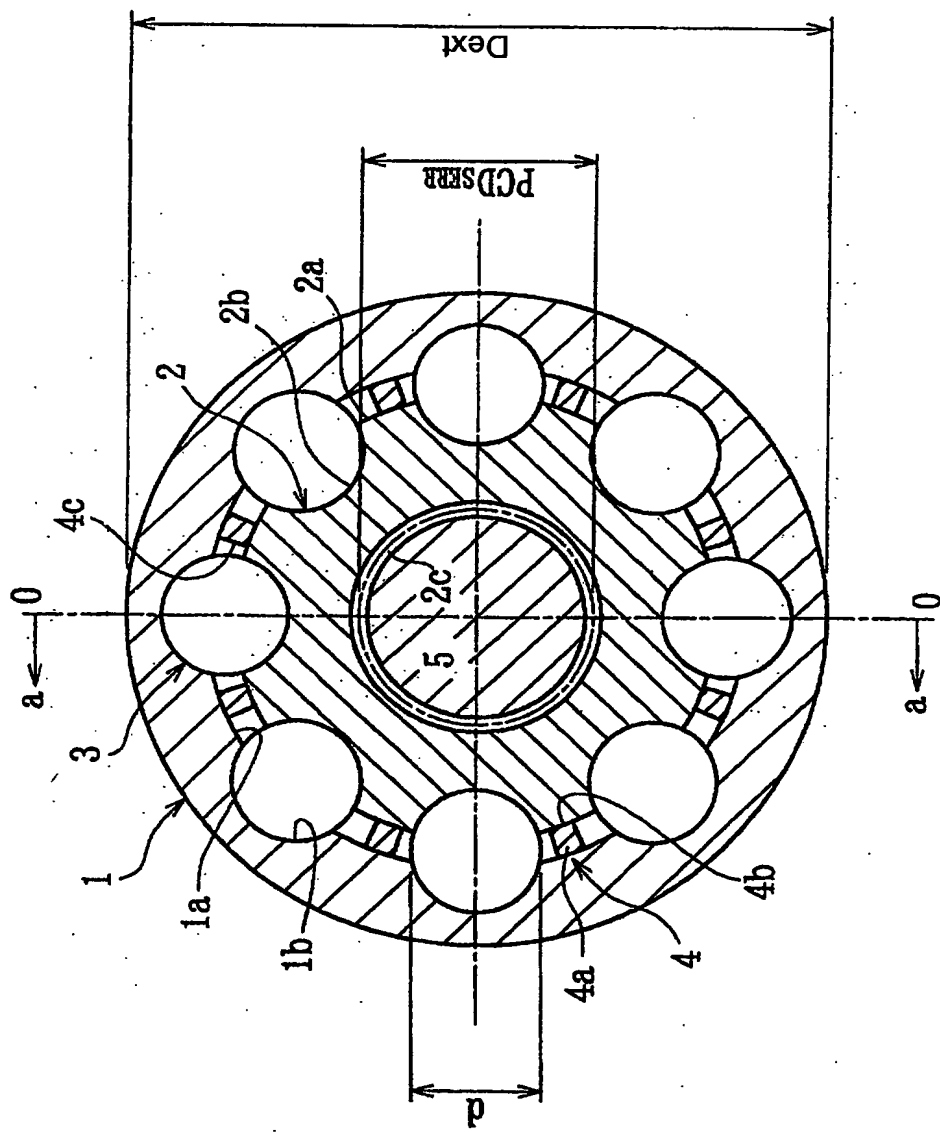


FIG. 3(a)

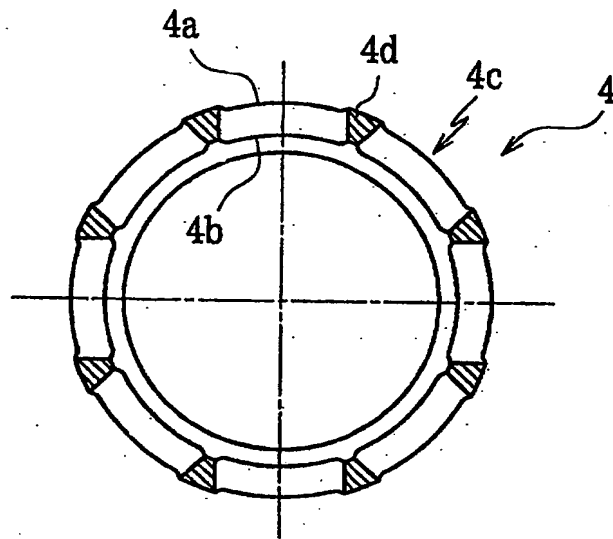


FIG. 3(b)

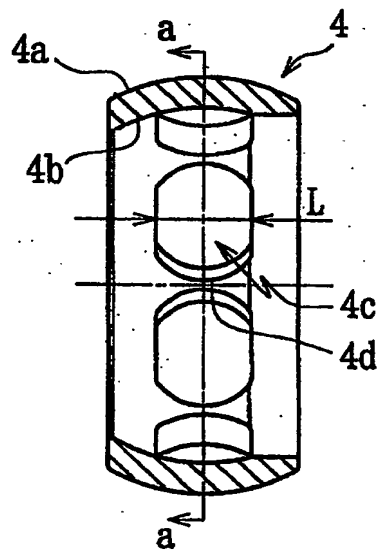
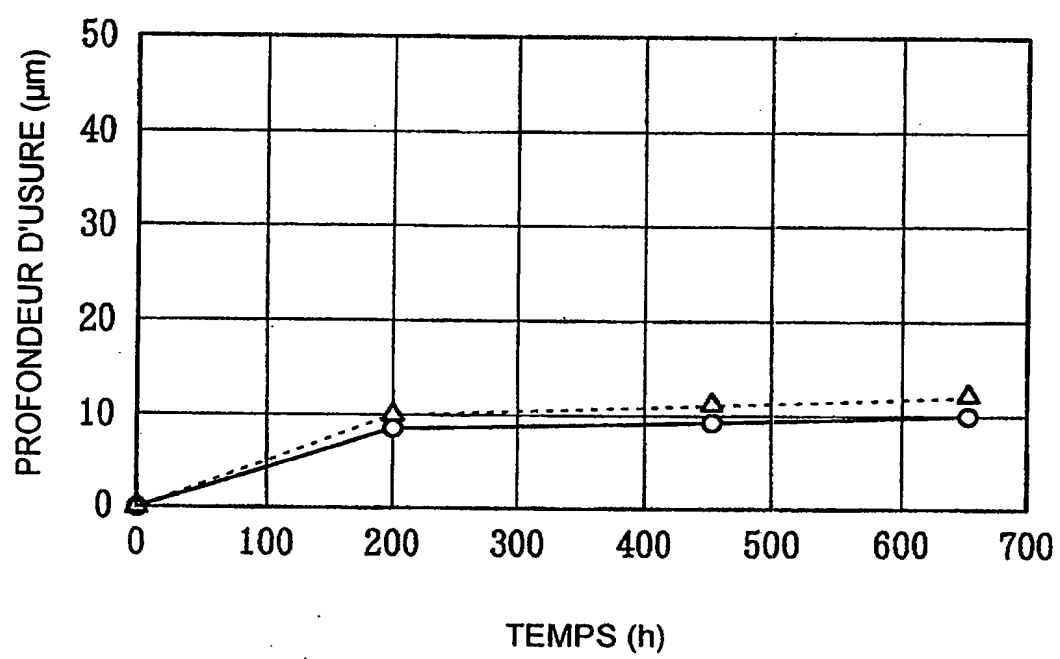


FIG.4



6/10

FIG. 6

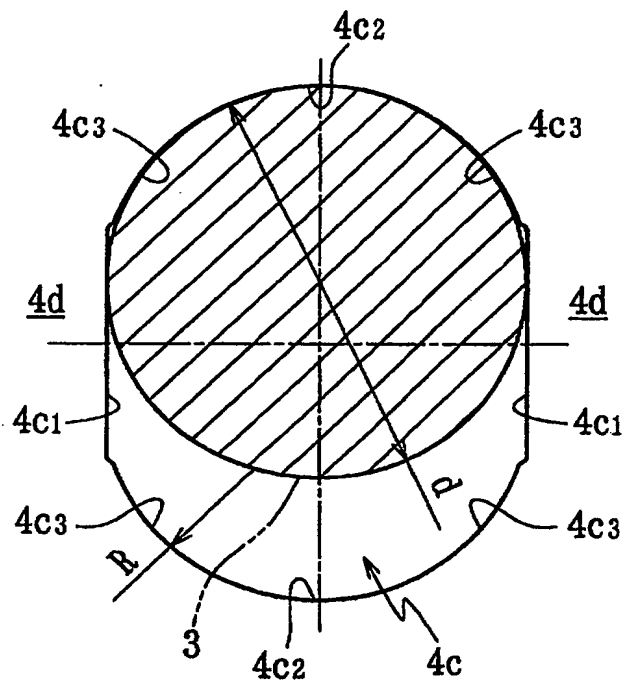


FIG. 7

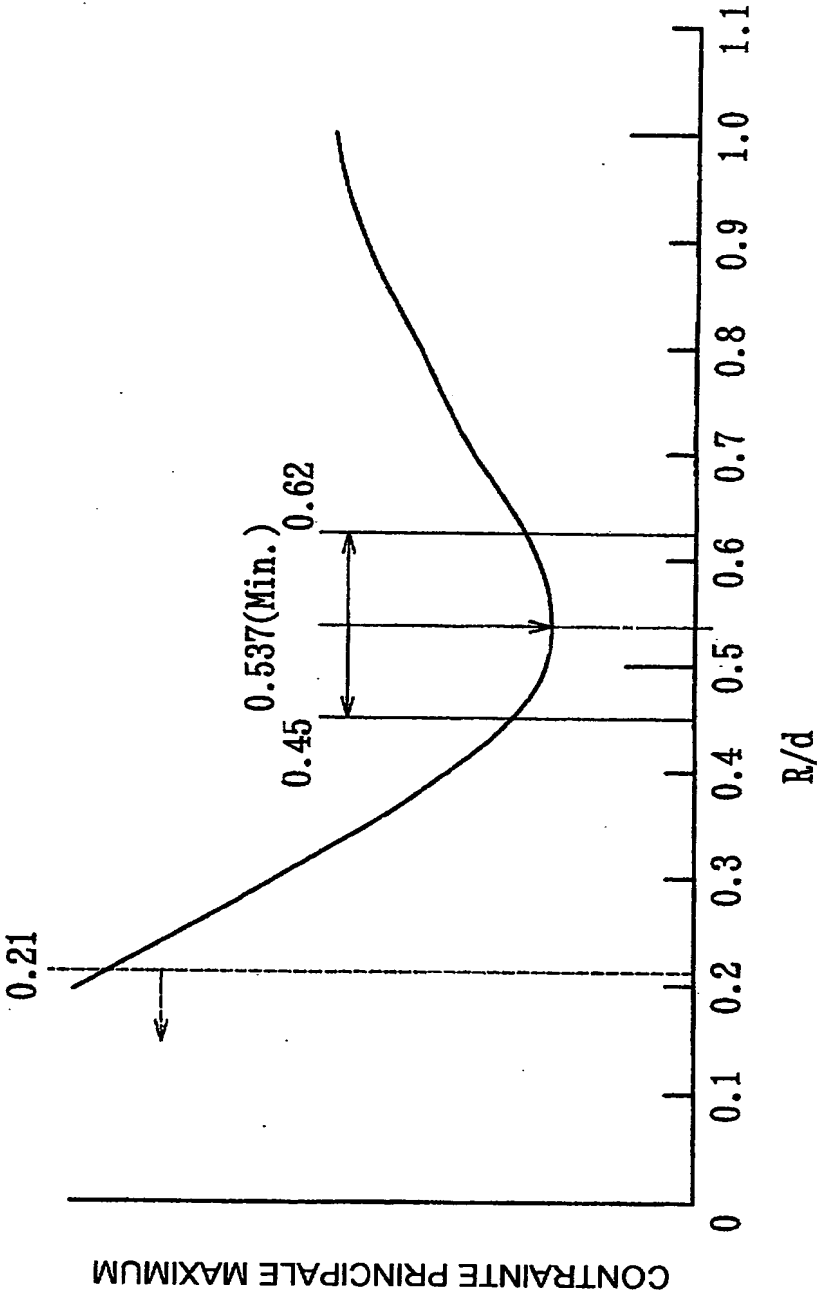


FIG. 8(a)

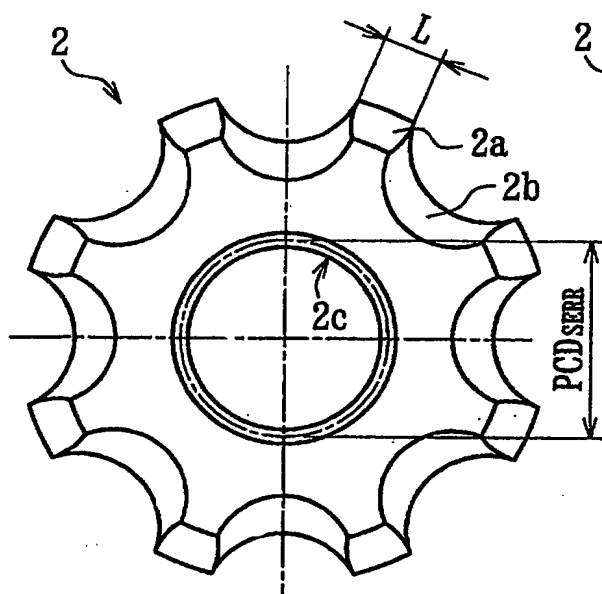


FIG. 8(b)

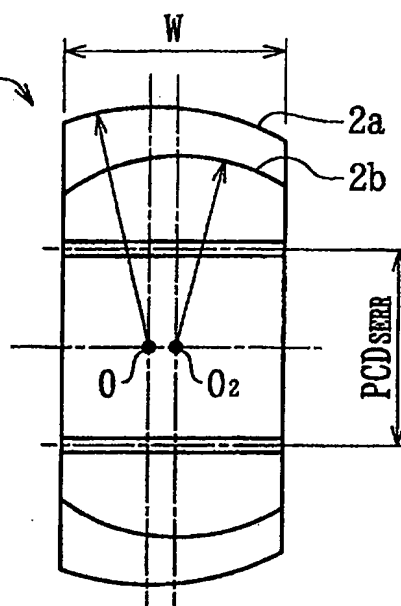


FIG. 9(a)

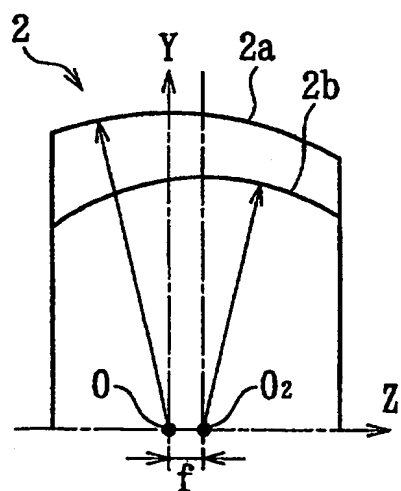
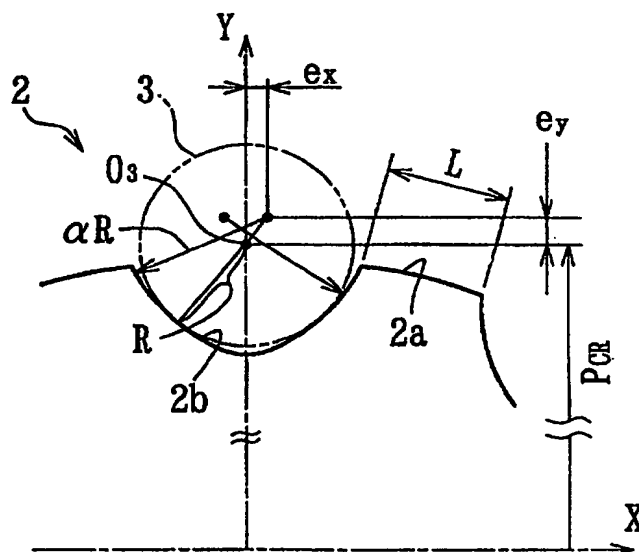


FIG. 9(b)



9/10

FIG.10(a) (ART ANTERIEUR)

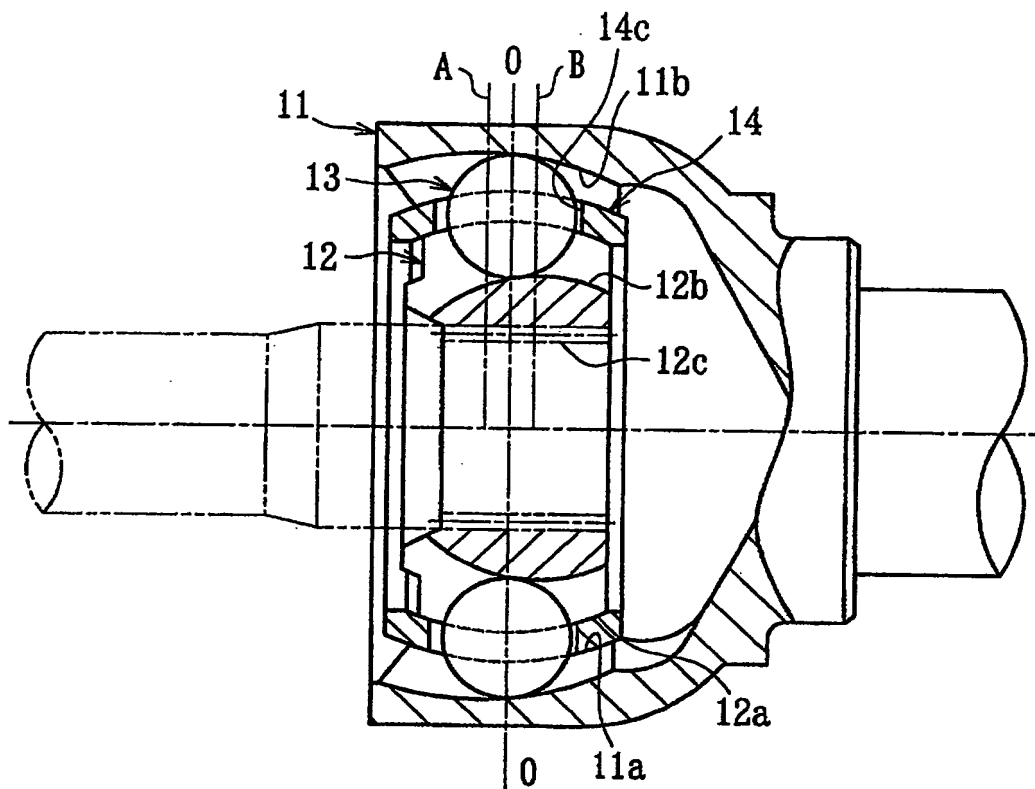
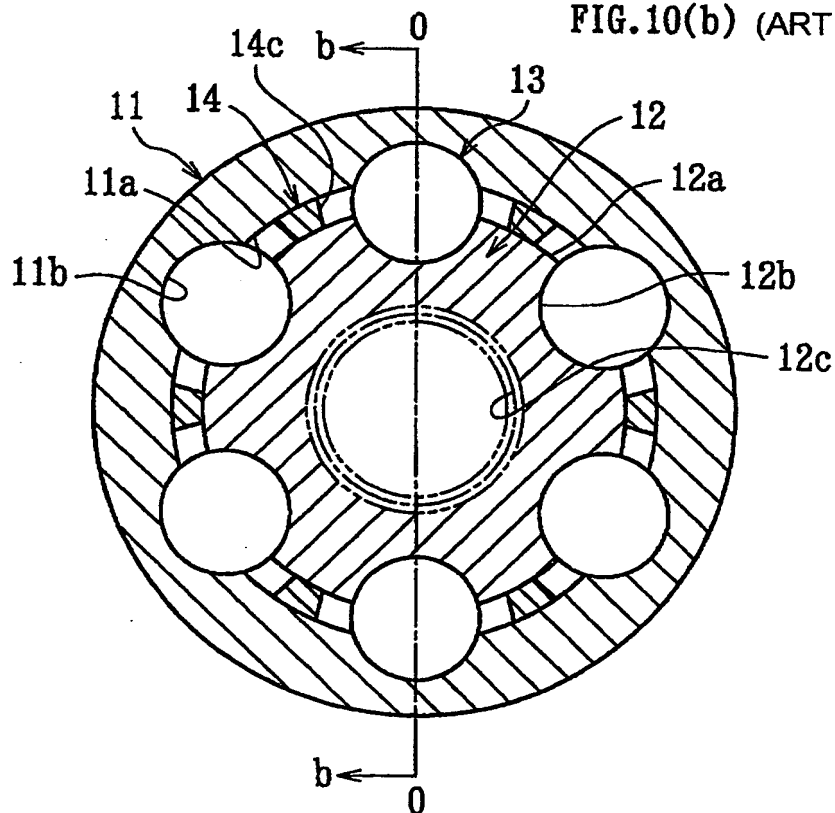


FIG.10(b) (ART ANTERIEUR)



THIS PAGE BLANK (USPTO)